

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-209246  
(P2004-209246A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/22	G 0 1 N 29/22 5 0 1	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-432089 (P2003-432089)	(71) 出願人	300019238
(22) 出願日	平成15年12月26日 (2003.12.26)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル エルシー
(31) 優先権主張番号	10/335,277		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53 188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ ュー・ブルバード・ダブリュー・710 ・3000
(32) 優先日	平成14年12月31日 (2002.12.31)	(74) 代理人	100093908
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 松本 研一
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

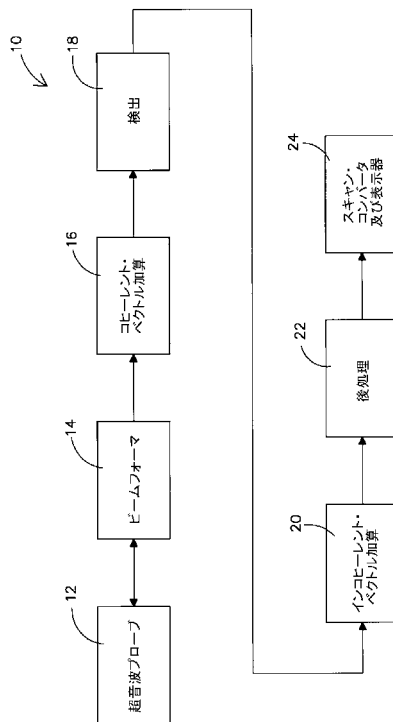
(54) 【発明の名称】 組織で発生される高調波との広帯域周波数合成を用いた超音波スペckル低減の方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波撮像においてスペckルの量を減少させつつ組織の識別を可能にする。

【解決手段】 本発明の方法及び装置は、2以上の発射を送波し、これらの発射の2以上をコヒーレント結合して組織で発生される高調波成分を抽出し、コヒーレント和の出力を検出すると共にコヒーレント和の前の1以上の発射を検出して、最後に、検出した全ての出力を結合して合成画像を形成することにより具現化される。本方法及び装置は、広帯域基本波画像と広帯域高調波画像とを検出後に加算して合成画像を形成する。他の周波数合成法と異なり、送波信号及び受波信号は共に広帯域であり、狭帯域フィルタは不要である。2以上の異なる送波波形での多重発射が各々の焦点ゾーンへ送波される。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

振幅変調信号を含む超音波パルスを検体の体内に送波して、前記超音波パルスにより発生されるエコーを前記検体から受波する超音波画像を形成する方法又はシステムにおいて、得られる超音波画像のスペックルを低減する方法であって、

(a) 2以上の超音波発射を送波する工程と、

(b) 組織で発生される高調波成分を抽出するために、前記発射の2以上をコヒーレント結合する工程と、

(c) 前記コヒーレント和の出力を検出すると共にコヒーレント和の前の1以上の発射を検出する工程と、

(d) 合成画像を形成するために、検出された全ての出力を結合する工程とを備えた方法。

10

**【請求項 2】**

前記発射を送波する工程は、基本周波数にある第一の広帯域波形及び第二の広帯域波形を送波する工程を含んでいる、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記発射を検出する工程は、広帯域基本波ベクトル出力を形成するために、前記第一の波形の受波信号を検出する工程と、広帯域高調波ベクトル出力を形成するために、前記第一及び第二の波形の受波信号を結合すると共に検出する工程とを含んでいる、請求項2に記載の方法。

20

**【請求項 4】**

前記2以上の発射の受波信号は、等しいゲインで加算され、前記発射の一つの受波信号は、前記基本波画像及び前記高調波画像のスペックルが近似的に同じ輝度を有するように加重付きゲインを付与される、請求項1に記載の方法。

**【請求項 5】**

広帯域高調波画像は、同じ形状であるが異なる振幅を有する2以上の波形を発射して、基本波成分を相殺すると共に高調波成分を抽出するように設定されているゲインで前記発射をコヒーレント加算することにより得られる、請求項1に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記高調波成分は、低調波、超高調波、二次高調波又は高次高調波であり得る、請求項1に記載の方法。

30

**【請求項 7】**

振幅変調信号を含む超音波パルスを検体の体内に送波し、前記超音波パルスにより発生されるエコーを前記検体から受波する超音波画像を形成するシステムに用いられ、得られる超音波画像のスペックルを低減する装置であって、

(a) 2以上の超音波発射を送波する手段と、

(b) 組織で発生される高調波成分を抽出するために、前記発射の2以上をコヒーレント結合する手段と、

(c) 前記コヒーレント和の出力を検出すると共にコヒーレント和の前の1回以上の発射を検出する手段と、

(d) 前記合成画像を形成するために、検出された全ての出力を結合する手段とを備えた装置。

40

**【請求項 8】**

前記発射を送波する手段は、基本周波数にある第一の広帯域波形及び第二の広帯域波形を送波する手段を含んでいる、請求項7に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記発射する手段は、超音波エコー情報を生成する1以上のビームフォーマを含んでおり、該1以上のビームフォーマにより生成される前記超音波情報は、基本周波数で生成される情報と、高調波周波数で非線形的に発生される情報とを含んでいる、請求項7に記載の装置。

50

**【請求項 10】**

前記高調波成分は、低調波、超高調波、二次高調波又は高次高調波であり得る、請求項7に記載の装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は超音波撮像に関し、さらに具体的には、スペックルを低減することにより超音波画像の画質を高める方法及び装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

超音波撮像は、非侵襲的性質であること、比較的 low コストであること、及び放射線照射を行わないことから、多くの診断手順について興味深いモダリティとなっている。医療超音波画像は典型的には、走査線またはベクトルとして知られている既知の方向に走行する超音波を発生して、体内の異なる密度の領域の間の境界で音波が散乱する又は反跳する際に発生するエコーを観測することにより形成される。超音波ビームの任意の所与の方向について、エコーの振幅に比例する輝度を有する点を、測定されている走査線の方向に短い超音波パルスを送波してからの時間の関数となっている位置の座標にプロットすることにより、画像ピクセルが生成される。

10

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】**

20

**【0003】**

コヒーレント放射によって画像を形成する場合に、画像エネルギーの所望の分布は望ましくないランダム変調を被る。このランダムなエネルギー分布は「スペックル」として知られており、画像全体に分布するランダムな強度及びランダムな寸法の斑点として視覚画像に現われる。スペックルは、コヒーレント照射された対象によって散乱されたコヒーレント音場のランダムな位相相殺及び位相加算による協調型干渉及び背反型干渉から生ずる。スペックルのパワー・スペクトルは、コヒーレント信号搬送波のスペクトル、音場における散乱体のテクスチャ又は空間分布、照射対象の空間の寸法、並びに受波及び撮像システムの伝達関数に依存する。

**【0004】**

30

ランダムな組織散乱によって超音波画像に発生されるスペックルは、微細な組織構造を不明瞭にして画像コントラストを低下させる場合がある。周波数合成は、スペックルを低減し、延いてはコントラスト分解能を高める周知の方法である。周波数合成においては、異なる周波数特性を有する画像をインコヒーレント加算する。本発明者等の経験によれば、スペックル低減のための既存の周波数合成法では、検出された狭帯域信号の加算に起因する分解能低下が生ずる。これらの狭帯域信号は典型的には、受波時の狭帯域濾波によって得られる。従って、高分解能合成の方法及び装置が必要とされている。

**【0005】**

一般的には、本発明の目的は、改良された超音波撮像方法及び装置を提供することにある。

40

**【0006】**

本発明のもう一つの目的は、微細な構造を不明瞭にして画像コントラストを低下させるスペックルの量を減少させつつ組織の識別を可能にする改良された超音波撮像方法及び装置を提供することにある。本発明のさらにもう一つの目的は、組織で発生される高調波との広帯域周波数合成を用いたかかる方法及び装置を提供することにある。本発明の以上の目的及びその他の目的は、当業者には以下の発明の詳細な説明及び添付図面から明らかとなる。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

本発明は、超音波画像においてスペックル・パターンを平滑化し、且つコントラスト分

50

解能を高める方法及び装置である。他の周波数合成手法と比較すると、広帯域高調波周波数合成は、分解能を犠牲にせずにスペックル雑音を低減する。空間合成と比較すると、広帯域高調波周波数合成は、合成のために連続フレームではなく連続ベクトルを加算するため、組織の運動に対する堅牢性が高い。本発明の方法及び装置は、2以上の発射（ファイアリング、firing）を送波し、これらの発射の2以上をコヒーレント結合して組織で発生される高調波成分を抽出し、コヒーレント和の出力を検出すると共にコヒーレント和の前の1以上の発射を検出して、最後に、検出した全ての出力を結合して合成画像を形成することにより具現化される。

#### 【0008】

本発明の方法及び装置は、広帯域基本波画像と広帯域高調波画像とを検出後に加算して合成画像を形成する。他の周波数合成法と異なり、送波信号及び受波信号は共に広帯域であり、狭帯域フィルタは不要である。2以上の異なる送波波形での多重発射が各々の焦点ゾーンへ送波される。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0009】

一般的には、超音波ビームは、トランスデューサのアレイを用いて該アレイに関して所与の方向に送波ビームを形成することにより発生される。超音波パルスは、所定の周波数にある振幅変調パルスであり、包絡線関数によって指定される振幅を有する。このパルスによって発生するエコーは、同じ又は異なるトランスデューサのアレイによって検出され、このアレイを用いて送波ビームに対応する受波ビームを形成する。マイクロホンすなわち超音波プローブの感度は指向性を有するので、音響パルスの多重反射によって発生されるエコーは減少する。

20

#### 【0010】

超音波撮像は一般的には、幾つかの本質的な構成要素を用いたシステムによって達成される。図1は、本発明の方法による超音波イメージング・システムのブロック図であり、超音波イメージング・システムが参照番号10として全体的に示されている。システム10は、超音波プローブ12、ビームフォーマ14、コヒーレント・ベクトル加算手段16、検出手段18、インコヒーレント・ベクトル加算手段20、後処理手段22、並びにスキャン・コンバータ及び表示手段24を含んでいる。一般的には、超音波プローブ12を走査対象に位置合わせして、操作者がスキャン・コンバータ及び表示手段24を用いて、プローブ12によって検出される走査結果を視覚化して観察する。

30

#### 【0011】

本発明は、広帯域基本波画像と広帯域高調波画像とを検出後に加算して合成画像を形成する。他の周波数合成法と異なり、送波信号及び受波信号は共に広帯域であり、狭帯域フィルタは不要である。2以上の異なる送波波形での多重発射が各々の焦点ゾーンへ送波される。

#### 【0012】

本発明の方法及び装置は、異なるスペックル・パターンを有する複数の広帯域画像を合成して、分解能の損失なしにスペックルを抑制することを教示する。このことは、図2及び図3に示すように、2以上の発射を送波し、これらの発射の2以上をコヒーレント結合して組織で発生される高調波成分を抽出し、コヒーレント加算の出力を検出すると共にコヒーレント和の前の1以上の発射を検出して、最後に、検出した全ての出力を結合して合成画像を形成することにより具現化される。

40

#### 【0013】

図2～図5を参照すると、ビームフォーマ36、38及び88によってそれぞれ発生される送波波形62、64及び110は、基本周波数 $f_0$ の近くのピーク・パワー・レベルによって特徴付けられることが分かる。ビームフォーマ90及び92によってそれぞれ発生される送波波形112及び114は、もう一つの基本周波数 $f_1$ の近くのピーク・パワー・レベルによって特徴付けられる。ビームフォーマによって発生される超音波エコー情報には、基本周波数における情報と、高調波周波数において非線形的に生成される情報と

50

が含まれる。ビームフォーマによって受波されるエコー情報は、送波周波数における情報を実質的に除去することにより高調波周波数情報を分離する他の従来のような濾波は施されていない。一実施形態では、 $2f_0$ での広帯域高調波画像を $f_0$ 及び $2f_0$ での広帯域基本波画像とインコヒーレント加算して、最終合成画像を形成する。各々の焦点ゾーンに2回又は3回の発射を行なってよい。

#### 【0014】

図2及び図4には、参照番号30として全体的に示す2回発射構成が概略図示されている。2回発射構成30では、周波数 $f_0$ での2回の発射32及び34の広帯域送波波形62及び64は同じ振幅であるが反対の位相を有する。換言すると、この状態は $c(t) = -b(t)$ によって表わされる。一方の発射62の受波信号66が検出され(ブロック48)、やはり $f_0$ にある広帯域基本波ベクトルを形成する。2回発射32及び34の受波信号66及び68は等しい加重すなわち $Gain_2 = Gain_3$ (参照番号42及び44)を施されて加算され(ブロック46)、検出されて(ブロック50)、 $2f_0$ にある広帯域高調波ベクトル70を形成する。次いで、2つのベクトル66及び70が加算されて(ブロック52)、合成画像72を形成する。加重 $Gain_1$ (参照番号40)は、基本波画像及び高調波画像のスペックルが近似的に同じ輝度を有するような何らかの値に設定される。

10

#### 【0015】

また、図3及び図5に示すように、参照番号80として全体的に示す3回発射構成では、送波波形 $a(t)_{110}$ での1回目の発射82を用いて広帯域基本波ベクトル116を形成する。同じ振幅及び反対の位相を有する送波波形 $b(t)_{112}$ 及び $c(t)_{114}$ での残り2回の発射84及び86を結合して(ブロック100)、広帯域高調波ベクトル122を形成する。送波波形 $a(t)_{110}$ は、 $b(t)_{112}$ 及び $c(t)_{114}$ と異なっている。次いで、2つのベクトル116及び122を加算して(ブロック106)、合成画像124を形成する。この構成80におけるゲイン設定94、96及び98は、2回発射30の場合と同じである。2回発射構成30は相対的に高いフレーム・レートを与え、3回発射構成80は、基本波画像及び高調波画像の両方について最適化された品質を保証する。

20

#### 【0016】

他の実施形態では、同じ位相であるが異なる振幅を有する2つの広帯域波形を発射することにより広帯域高調波画像を得る。次いで、2回の発射を $Gain_3 = -Gain_2 /$ でコヒーレント加算して、基本波成分を相殺すると共に高調波成分を抽出する。上述と同様の2回発射設定又は3回発射設定をこの実施形態でも利用することができる。

30

#### 【0017】

さらに他の実施形態では、基本波ベクトルと高調波ベクトルとの加算に先立って、検出及び対数圧縮を実行する。この実施形態は、検出されたベクトル同士を合成のために乗算することと等価である。

#### 【0018】

尚、以上の実施形態は、他の多重発射と広帯域合成との組み合わせに拡張し得ることも理解されたい。このことを一般的に表現すると、先ず、2回以上の超音波発射を行なう。これらの発射を幾つかのグループに分割する。これにより、各々のグループが他のグループと発射を共有することができる。発射が1回よりも多いグループでは、発射をコヒーレント結合して組織で発生される高調波成分を形成する。高調波成分には、低調波、超高調波、二次高調波又は高次高調波が含まれ得る。発射が1回よりも多いグループの数は1以上であってよい。発射が1回のグループの数も1以上であってよい。各々のグループについて、2回以上の発射の場合はコヒーレント和の出力が検出され、1回の発射の場合は発射が直接的に検出される。検出された全ての出力を結合して、前述のような合成画像を形成する。

40

#### 【0019】

従って、本発明は、超音波画像のスペックル・パターンを平滑化し、且つコントラスト

50

分解能を高める方法及び装置であることが理解されよう。他の周波数合成手法と比較すると、広帯域高調波周波数合成は、分解能を犠牲にせずにスペックル雑音を低減する。空間合成と比較すると、広帯域高調波周波数合成は、合成のために連続フレームではなく連続ベクトルを加算するため、組織の運動に対する堅牢性が高い。本発明の方法及び装置は、2回以上の発射を送波し、これらの発射の2以上をコヒーレント結合して組織で発生される高調波成分を抽出し、コヒーレント和の出力を検出すると共にコヒーレント和の前の1以上の発射を検出して、最後に、検出した全ての出力を結合して合成画像を形成することにより具現化される。

【0020】

本発明の方法及び装置は、広帯域基本波画像と広帯域高調波画像とを検出後に加算して合成画像を形成する。他の周波数合成法と異なり、送波信号及び受波信号は共に広帯域であり、狭帯域フィルタは不要である。2以上の異なる送波波形での多重発射が各々の焦点ゾーンへ送波される。以上の記載は、本発明の方法を限定するのではなく例示するものとする。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって定義されるものとする。

10

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明による超音波イメージング・システムのブロック図である。

【図2】本発明の方法における2回発射構成を示す模式図である。

【図3】本発明の方法における3回発射構成を示す模式図である。

【図4】2回発射構成下での加算を示すスペクトル図である。

20

【図5】図3に示す3回発射構成下での加算を示すスペクトル図である。

【符号の説明】

【0022】

10 超音波イメージング・システム

30 2回発射構成

62、64 2回発射の送波波形

66、68 受波信号

70、122 広帯域高調波ベクトル

72、124 合成画像

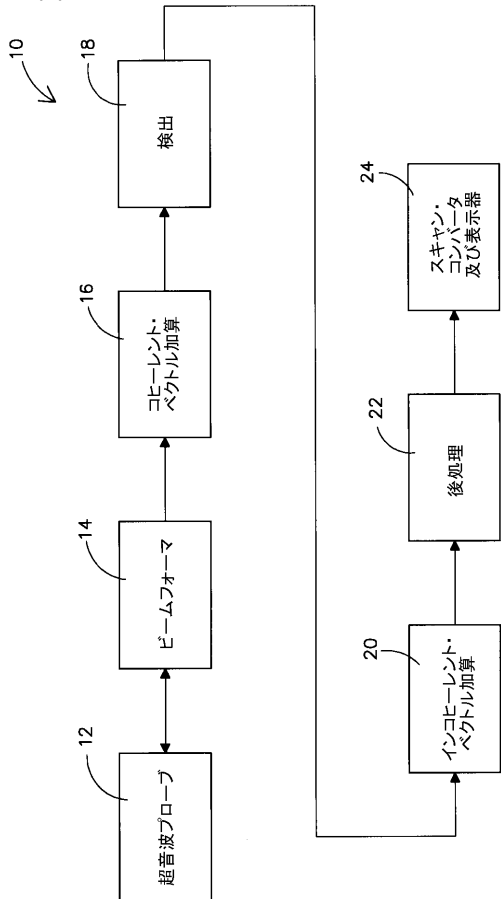
80 3回発射構成

30

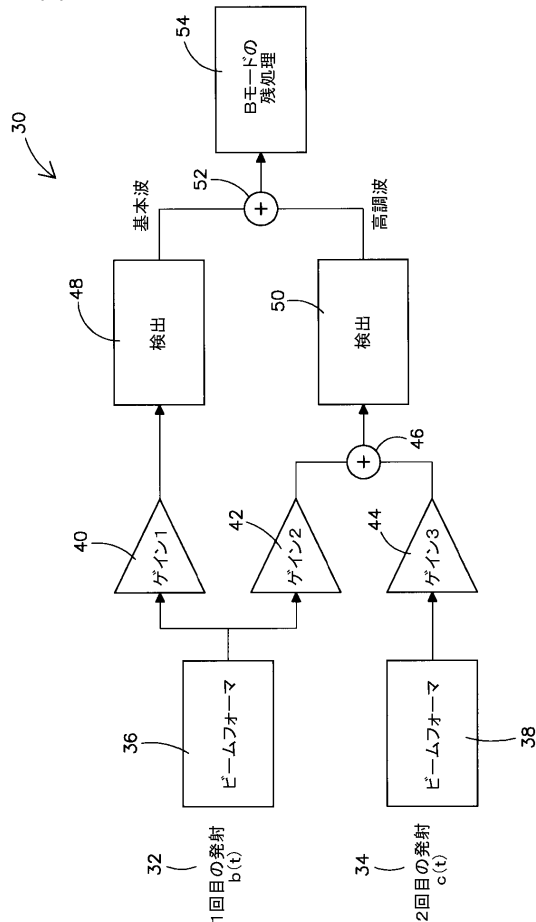
110、112、114 3回発射の送波波形

116、118、120 受波信号

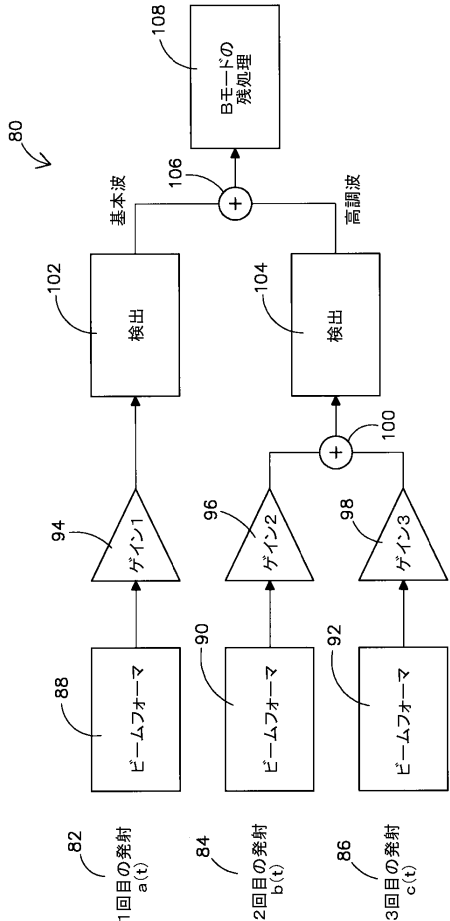
【図1】



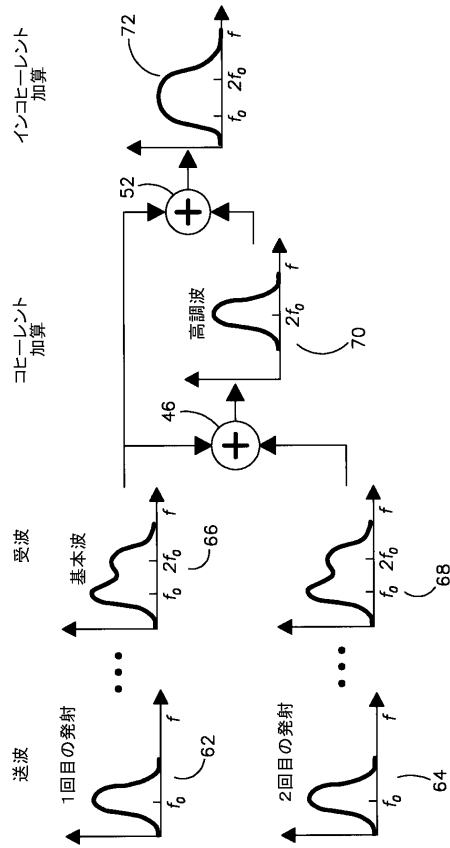
【図2】



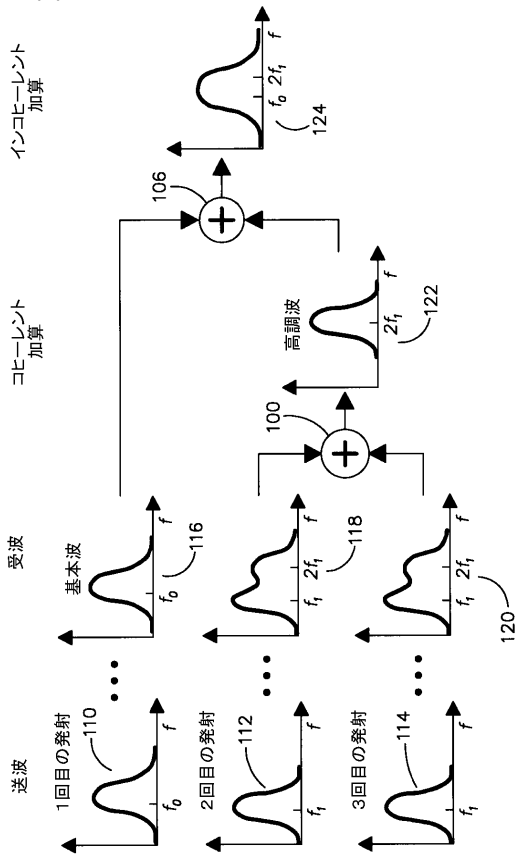
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 フェン・リン

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーキシャ、ナンバー 3 6 0、コリーナ・ビーエルブイデー、1 1 0 番

(72)発明者 リチャード・ヨン・チャオ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、メノモニー・フォールズ、プレイリー・ドーン、エヌ 5 3 ・ダブリュ 1 6 7 4 9 番

(72)発明者 サッチ・パンダ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、グリーンフィールド、エス・ラヴィニア・ドライブ、4 2 1 0 番

Fターム(参考) 2G047 AA12 BA03 EA07 GG34

4C601 DE08 DE12 DE14 DE15 EE04 HH05 HH35 KK12 KK24

【外国語明細書】

2004209246000001.pdf

专利名称(译)	使用在组织中产生的谐波的宽带频率合成来减少超声波散斑的方法和装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2004209246A</a>	公开(公告)日	2004-07-29
申请号	JP2003432089	申请日	2003-12-26
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	フェンリン リチャードヨンチャオ サッチパンダ		
发明人	フェン・リン リチャード・ヨン・チャオ サッチ・パンダ		
IPC分类号	G01N29/44 A61B8/00 G01S7/52 G01S15/89 G06T5/00 G06T5/10 G01N29/22		
CPC分类号	G01S15/895 G01S7/52046 G06T5/002 G06T5/10 G06T2207/10132 G06T2207/30004		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/22.501 A61B8/14		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/BA03 2G047/EA07 2G047/GG34 4C601/DE08 4C601/DE12 4C601/DE14 4C601/DE15 4C601/EE04 4C601/HH05 4C601/HH35 4C601/KK12 4C601/KK24		
代理人(译)	松本健一 小仓 博 伊藤亲		
优先权	10/335277 2002-12-31 US		
其他公开文献	JP2004209246A5 JP4445255B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

解决的问题：在减少超声成像斑点数量的同时识别组织。本发明的方法和设备发送两个或更多个发射并且将这些发射中的两个或更多个相干地组合以提取组织产生的谐波分量并检测相干和的输出。然后在相干和之前检测一个或多个镜头，最后将所有检测到的输出进行组合以形成合成图像。该方法和设备检测并添加宽带基本图像和宽带谐波图像以形成合成图像。与其他频率合成方法不同，发送信号和接收信号都具有宽带，并且不需要窄带滤波器。具有两个或更多不同发射波形的多次发射被发射到每个聚焦区。[选型图]图1

